

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-309433

(43)公開日 平成 6年(1994)11月 4 日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/62

3 8 0

9287-5L

A 6 1 B 5/00

M

9163-4C

H 0 4 N 9/64

J

8942-5C

// A 6 1 B 5/107

8825-4C

A 6 1 B 5/ 10

3 0 0 Q

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 20 頁)

(21)出願番号

特願平5-92665

(22)出願日

平成 5 年(1993) 4 月 20 日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72)発明者 緒形 昌美

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

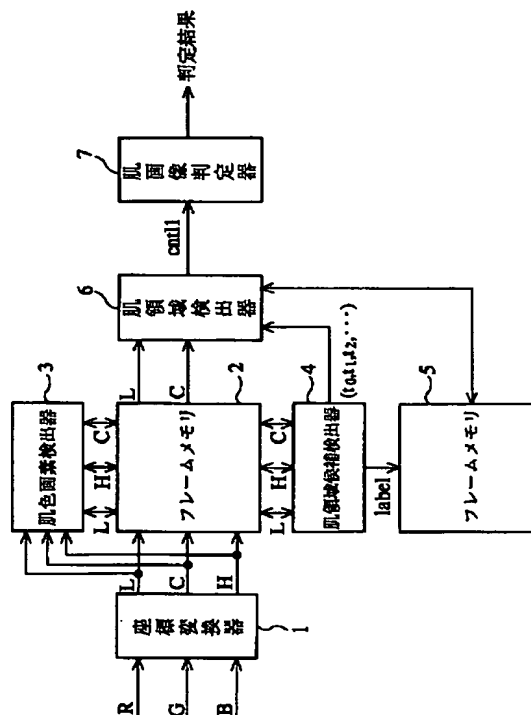
(74)代理人 弁理士 稲本 義雄

(54)【発明の名称】 画像識別方式

(57)【要約】

【目的】 画像における人の肌を正しく識別する。

【構成】 肌領域候補検出器 4 において、フレームメモリ 2 に記憶された 1 画面分の画素の色情報 (L H C) に基づいて、肌色の領域が抽出される。そして、肌領域検出器 6 において、肌領域候補検出器 4 からの肌色の領域のクロマ/輝度のヒストグラムから、その領域の肌らしさを示す指数が求められ、この指数に基づいて、画像に人の肌が含まれるかどうか決定される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像が、人物の肌に対応する肌の領域を含む肌画像であるかどうかを判定する画像識別方式において、

肌色の画素を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段により抽出された肌色の各画素から、前記肌の領域の候補を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出された肌の領域の各候補の中から、前記肌の領域を決定する決定手段と、

前記決定手段の決定結果に基づいて、前記画像が、前記肌画像であるかどうかを判定し、その判定結果を出力する判定手段とを有することを特徴とする画像識別方式。

【請求項2】 前記決定手段は、前記肌の領域の各候補の重要度を計算し、前記重要度に基づいて、前記肌の領域の各候補の中から、前記肌の領域を決定し、

前記判定手段は、前記決定手段の決定結果に基づいて、前記画像が、前記肌画像であるか否かを判定し、前記画像が、前記肌画像であるか否かの2値的な判定結果を出力することを特徴とする請求項1に記載の画像識別方式。

【請求項3】 前記決定手段は、前記肌の領域の各候補の中から、前記肌の領域を決定するとともに、その重要度を算出し、

前記判定手段は、前記決定手段により算出された肌の領域の重要度に基づいて、前記画像が、前記肌画像であることの確からしさを算出し、前記判定結果として出力することを特徴とする請求項1に記載の画像識別方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば画像に所定の処理を施す画像処理装置などに用いて好適な画像識別方式に関する。

【0002】

【従来の技術】画像に人物が含まれている場合、人間は、画像の中の人物の肌の領域に注目する傾向があり、この肌の領域の画質が、その画像全体に対する主観的画質に大きな影響を与えることが知られている。

【0003】そこで、従来の映像機器においては、再生画像の画質調整を行う場合に、肌の領域を重視し、その領域の画質が最適になるように、各種パラメータの設定が行われるようになされている。

【0004】ところで、従来、肌の領域の抽出は、画素レベルの色情報のみに基づいて行われている。

【0005】即ち、従来においては、色を表す3次元空間としての、例えば図18に示すRGB空間において、肌色が占めると考えられる範囲（図中、影を付してある部分）をあらかじめ設定しておき、その範囲に含まれる色を持つ画素（図中、・印で示す部分）を画像から抽出して、その画素が構成する領域を肌の領域（図中、斜線を付してある部分）とみなすようになされている。

【0006】なお、色を表すための3次元空間としては、上述のRGB空間の他、例えばテレビジョン信号で用いられるYUV空間、CIE（国際照明委員会）により制定されている $L^*a^*b^*$ 均等空間などが用いられる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来においては、肌色の領域を肌の領域と仮定している。しかしながら、画像上の色が肌色であっても、その領域が、実際に人間の肌の領域であるとは限らず、即ち人間の肌以外にも、肌色の物体は存在し、従って、色の情報だけから正しく肌を識別することは困難であった。

【0008】このため、肌の領域を含まない画像に対して、上述のような肌の領域を含む画像に対するとときと同様の画質調整がなされ、画質に悪影響を与える課題があった。

【0009】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、画像における人の肌を正しく識別することができるようにするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の画像識別方式は、画像が、人物の肌に対応する肌の領域を含む肌画像であるかどうかを判定する画像識別方式において、肌色の画素を抽出する抽出手段としての肌色画素検出器3と、肌色画素検出器3により抽出された肌色の各画素から、肌の領域の候補を検出する検出手段としての肌領域候補検出器4と、肌領域候補検出器4により検出された肌の領域の各候補の中から、肌の領域を決定する決定手段としての肌領域検出器6または肌領域重要度算出器31と、肌領域検出器6または肌領域重要度算出器31の決定結果に基づいて、画像が、肌画像であるかどうかを判定し、その判定結果を出力する判定手段としての肌画像判定器7または肌画像重要度算出器32とを有することを特徴とする。

【0011】請求項2に記載の画像識別方式は、肌領域検出器6に、肌の領域の各候補の重要度を計算させ、重要度に基づいて、肌の領域の各候補の中から、肌の領域を決定させ、肌画像判定器7に、肌領域検出器6の決定結果に基づいて、画像が、肌画像であるか否かを判定させ、画像が、肌画像であるか否かの2値的な判定結果を出力させることを特徴とする。

【0012】請求項3に記載の画像識別方式は、肌領域重要度算出器31に、肌の領域の各候補の中から、肌の領域を決定させるとともに、その重要度を算出させ、肌画像重要度算出器32に、肌領域重要度算出器31により算出された肌の領域の重要度に基づいて、画像が、肌画像であることの確からしさを算出させ、判定結果として出力させることを特徴とする。

【0013】

【作用】請求項1に記載の画像識別方式においては、肌

3

4

- 色の画素を抽出し、その各画素から、肌の領域の候補を検出する。そして、肌の領域の各候補から、肌の領域を決定し、その決定結果に基づいて、画像が、肌画像であるかどうかを判定する。従って、正確に肌の識別を行うことが可能となる。

【0014】請求項2に記載の画像識別方式においては、肌領域検出器6に、肌の領域の各候補の重要度に基づいて、肌の領域の各候補の中から、肌の領域を決定させる。そして、肌画像判定器7に、肌領域検出器6の決定結果に基づいて、画像が、肌画像であるか否かを判定させ、画像が、肌画像であるか否かの2値的な判定結果を出力させる。従って、本方式を、例えば静止画像に適用した場合、その静止画像における人物の肌の識別を正確に行うことができる。

【0015】請求項3に記載の画像識別方式においては、肌領域重要度算出器31に、肌の領域を決定させるとともに、その重要度を算出させる。そして、肌画像重要度算出器32に、肌領域重要度算出器31により算出された肌の領域の重要度に基づいて、画像が、肌画像であることの確からしさを算出させ、判定結果として出力させる。従って、本方式を動画に適用した場合、時間とともに変化する動画における人物の肌を、時間的連続性を損なうことなく識別するようにすることができる。

【0016】

【実施例】図1は、本発明を適用した画像識別装置の一実施例の構成を示すブロック図である。座標変換器1は、例えば3原色であるR、G、Bのデジタルデータを色の3属性を表す輝度L、色相H、クロマCに変換する。フレームメモリ2は、座標変換器1からの1画面（フレーム）分の輝度L、色相H、クロマCを記憶する。肌色画素検出器3は、座標変換器1からの1画面分の輝度L、色相H、クロマCからその画面における肌色の条件（以下、肌色条件という）を適応的に設定する。さらに、肌色画素検出器3は、フレームメモリ2から順次各画素の輝度L、色相H、クロマCのデータを読み込み、それらが設定した肌色条件を満たすかどうかを判定して、肌色条件を満たさない画素はフレームメモリ2から削除する。

【0017】肌領域候補検出器4は、肌領域の候補を検出する。即ち、肌領域候補検出器4は、例えばフレームメモリ2において互いに連結している肌色画素を1つの領域としてグルーピングし、同じ領域に含まれる全ての画素に同一ラベルを割り付けることによって、肌色の領

域、つまり肌の領域（肌領域）の候補を求める。フレームメモリ5は、肌領域候補検出器4によって画素に割りあたられたラベルを記憶する。

【0018】肌領域検出器6は、肌領域候補検出器4により検出された肌領域の候補の中から、実際に人物の肌に対応すると考えられる領域を決定（検出）する。このとき、各肌領域の候補の重要度と肌らしさを表す肌指数（いずれも後述する）を用いるが、これらの値はフレームメモリ2および5に記憶されたデータから計算する。さらに、肌領域検出器6は、肌領域を決定（検出）することができた場合には、そのことを示すコントロール信号cnt11を肌画像判定器7に送出する。肌画像判定器7は、肌領域検出器6からコントロール信号cnt11を受信すると、即ち装置に入力された1画面分の画像から、少なくとも1つの肌領域が決定（検出）されると、その入力画像が、人物の肌に対応する肌の領域を含む肌画像と判定し、判定結果として0および1のうちの、例えば1を出力する。また、画像判定器7は、肌領域検出器6からコントロール信号cnt11が出力されなかったときには、入力画像が肌画像でないと判定し、判定結果として0および1のうちの、例えば0を出力する。

【0019】以上のように構成される画像識別装置においては、まず画像の、例えばRGBデータが座標変換器1に入力される。座標変換器1では、例えばNTSCテレビジョン信号の輝度・色差空間YUVを用いて、RGBから輝度L、色相H、クロマCへの座標変換が行われる。

【0020】即ち、座標変換器1は、式

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$U = B - Y$$

$$V = R - Y$$

にしたがってRGBをYUVに変換し、さらに式

$$L = Y$$

$$H = \tan^{-1}(V/U)$$

$$C = (U^2 + V^2)^{1/2}$$

にしたがってYUVをLHCに変換する。

【0021】なお、座標変換器1においては、NTSCテレビジョン信号の輝度・色差空間YUVだけでなく、例えばCIE（国際照明委員会）に制定されている $L^*a^*b^*$ 均等空間などを用いて、RGBからLHCへの座標変換を行うようにすることができる。

【0022】即ち、この場合、まず式

$$X = 0.6067R + 0.1736G + 0.2001B$$

$$Y = 0.2988R + 0.5868G + 0.1144B$$

$$Z = 0.0661G + 1.1150B$$

・・・(1)

にしたがってRGBをCIEのXYZ表示系に変換し、さらに式

$$L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

5

$$\begin{aligned} a^* &= 500 \left((X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3} \right) \\ b^* &= 200 \left((Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3} \right) \end{aligned}$$

6

... (2)

にしたがってXYZを $L^*a^*b^*$ に変換する。そして、

$$L = L^*$$

$$H = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

$$C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

にしたがって $L^*a^*b^*$ をRGBに変換する。

【0023】但し、式(2)における X_0 , Y_0 , Z_0 は、白色基準面におけるX, Y, Zの値であり、本来は光源やカメラのホワイトバランスなどによって変化するものであるが、ここでは、例えばR, G, Bがそれぞれ最大値をとるときのX, Y, Zとする。即ち、 X_0 , Y_0 , Z_0 は、式(1)において、 $R=G=B=1$ としたときのX, Y, Zとする。

【0024】また、式(2)は、式

$$X/X_0, Y/Y_0, Z/Z_0 > 0.008856$$

が成立するときの定義式(近似式)であり、従ってこれが成立しないときは、他の近似式によりXYZを $L^*a^*b^*$ に変換する必要がある。

【0025】この近似式および上述の色空間の詳細は、池田、「色彩工学の基礎」、朝倉書店

$$H_{\min} < H < H_{\max}$$

を満たすか否かが判定される。

【0029】ここで、 H_{\min} , H_{\max} はあらかじめ設定された値で、肌色の色相がとり得る最小値、最大値をそれぞれ表す。

【0030】そして、画素の色相Hが、式(3)を満たすと判定された場合、その画素の輝度LとクロマCが、輝度範囲検出器12、クロマ範囲検出器13に出力される。輝度範囲検出器12またはクロマ範囲検出器13では、まず1画面分の画素のうち、色相判定回路11から供給された、式(3)を満たす画素、即ち、肌色の色相を有する画素の輝度LまたはクロマCの平均値 L_{ave} または C_{ave} がそれぞれ算出される。そして、この輝度Lの平均値 L_{ave} またはクロマCの平均値 C_{ave} から、肌色とみなし得る輝度またはクロマの最大値 L_{\max} または C_{\max} と、最小値 L_{\min} または C_{\min} が、次式にしたがってそれぞれ計算される。

$$【0031】L_{\min} = L_{ave} \times p$$

$$L_{\min} < L < L_{\max}$$

$$C_{\min} < C < C_{\max}$$

【0033】そして、肌色判定器14は、式(3)乃至(5)のうち、1つでも成立しないものがある場合には、その画素をフレームメモリ2上から除去する。

【0034】ここで、一般に、輝度L、色相H、クロマCの色空間では、色再現域の問題で輝度Lが大きい場合にはクロマCが大きい値をとり得ないので、LHCすべてが、装置の語長によって表現し得る最大の値v

・G. Wyszecki and W.S. Stiles, "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae", Wiley

・日本色彩学会、「色彩ハンドブック」、東京大学出版会

などに記載されているので、ここではその説明は省略する。

【0026】以上のようにして、座標変換器1でRGBからLHCへの変換がなされた後、この輝度L、色相H、クロマCは、フレームメモリ2に入力され、フレームメモリ2は、1画面分の輝度L、色相H、クロマCを記憶する。

【0027】さらに、輝度L、色相H、クロマCは、肌色画素検出器3にも入力され、そこで、肌色の画素が検出される。

【0028】即ち、肌色画素検出器3は、図2に示すように、色相判定器11、輝度範囲検出器12、クロマ範囲検出器13、および肌色判定器14から構成され、まず色相判定器11で、座標変換器1からの各画素のLHCのうち、色相Hが、式

... (3)

$$L_{\max} = L_{ave} \times q$$

$$C_{\min} = C_{ave} \times r$$

$$C_{\max} = C_{ave} \times s$$

但し、p, q, r, sは、平均値 L_{ave} または C_{ave} に対してどの程度の値を最小値、最大値とするかを定める定数で、式

$$p, r \leq 1.0$$

$$q, s \geq 1.0$$

の範囲における適当な値にあらかじめ設定されている。

【0032】輝度範囲検出器12で計算された L_{\max} および L_{\min} と、クロマ範囲検出器13で計算された C_{\max} および C_{\min} は、肌色判定器14に供給される。肌色判定器14では、まずフレームメモリ2(図1)から、1画面分の各画素のL, H, Cデータが順次読み出され、それが式(3)乃至(5)をそれぞれ満たすか否かが判定される。

... (4)

... (5)

v_{\max} (例えば、語長8ビットの場合には $v_{\max} = 255$)をとるような色は現実には存在することはなく、従ってLHCすべてを v_{\max} とした画素を、肌色以外の画素を表すものとして用いても問題は生じない。

【0035】そこで、本実施例においては、式(3)乃至(5)のうちの1つでも満たさない画素、即ち、肌色でない(と考えられる)画素のLHCすべてを、最大値

v_{\max} に置き換え、フレームメモリ2に保存し直すことにより、その画素のLHCをフレームメモリ2上から除去したものとみなすようにすることとする。

【0036】ここで、画像に現れる肌の色（いわゆる肌色ではなく、人間の肌の部分の色）は、個人差や照明条件により変化するので、上述の式（3）乃至（5）による制限が厳しすぎると、実際には肌である領域を抽出することができないときが生じる。

【0037】しかしながら、後述する処理を行う前の、この段階で、実際には肌である領域を抽出し損なうことは、最終的に、その実際に肌である領域を検出することができなくなることから、式（3）乃至（5）のうち、例えば式（3）による色相Hの制限を、ほぼすべての肌の色相を含むように、ゆるめに設定しておくようにする（なぜなら、式（4）および（5）における閾値 L_{\min} , L_{\max} , C_{\min} , C_{\max} は、上述のように式（3）の制限にかからなかった画素のL, Cから算出されるので、式（3）の制限をゆるめにすることは、式（3）乃至（5）すべての制限をゆるめにするに等しいため）。

【0038】また、これにより、肌の画素と考えられる輝度またはクロマの平均値 L_{ave} または C_{ave} が、極端に大きく、あるいは小さくなり、その結果、式（4）、

$$(5) \text{ における } L_{\min}, C_{\min}, L_{\max}, C_{\max} \text{ が、不適当}$$

$$C/L < c \times L_{\max}$$

但し、 c は所定の定数。

【0043】以上のようにして、肌色画素検出器3により、肌色でない画素のLHCが、フレームメモリ2から除去された後、フレームメモリ2に残された画素、即ち肌色の画素（以下、肌色画素という）のセグメント化（肌の領域の候補の検出）が、肌領域候補検出器4（図1）によって行われる。

【0044】即ち、肌領域候補検出器4は、フレームメモリ2に記憶された肌色画素を参照し、その近傍画素を調べることによってラベル付けを行い、肌の領域の候補を構成していく。なお、画素が肌色画素であるか否かの判定は、LHCすべての値が v_{\max} であるかどうかによってなされる（L, H, Cのうち、少なくとも1つが v_{\max} でなければ、その画素を肌色画素と判定する）。

【0045】具体的には、まず、フレームメモリ2に記憶されたある画素 x_0 が肌色画素である場合、例えば図3（a）に示すような、その画素 x_0 に隣接する4画素（図中、影を付してある部分）が、それぞれ肌色画素であるか否かが判定される。そして、例えば画素 x_0 の右上の画素 x_n が、肌色画素であった場合には、フレームメモリ5上の画素 x_n の値が参照され、その画素にすでにラベルが割り当てられているかが判定される。

【0046】判定の結果、画素 x_n に、ラベル t_n が既に割り当てられている場合には、そのラベルと同一のラベル t_n が画素 x_0 に割り当てられる。これは、フレームメ

な値となる（大きく、あるいは小さくなりすぎる）ことが考えられる。

【0039】そこで、 L_{\min} , C_{\min} に上限を、 L_{\max} , C_{\max} に下限を設け、 L_{\min} , C_{\min} が小さくなりすぎたり、 L_{\max} , C_{\max} が大きくなりすぎたりすることを禁止しておくようにする。

【0040】なお、本来、色味はクロマで表現されるが、実際には、クロマが同じ画素でも、輝度が小さいほど色味が高いように感じられるので、色味による制限には、クロマだけではなく、クロマと輝度の比 C/L を用いた方が適当であると考えられる。特に、輝度の低い画素に対しては、このクロマと輝度の比により色味を制限することは、クロマだけによるよりも有効であると考えられる。

【0041】また、 C/L は、輝度 L が高ければ、クロマ C が高くても、その値は大きくならないが、経験的には、輝度 L が高くなっても、肌色として許容することのできるクロマ C の上限値は、それほど大きくならない。従って、輝度 L の高い画素に対しては、そのクロマ C に

上限を設けるようにするのが適当であると考えられる。

【0042】そこで、肌色画素検出器3においては、上述の式（3）乃至（5）によるL, H, Cの制限に、式（6）によって示される画素の色味による制限を加えて肌色の画素を検出するようにする方が好ましい。

$$\dots (6)$$

メモリ5上の画素 x_0 にラベル t_n を書き込むことによって行われる。

【0047】なお、肌色画素 x_0 の4つの隣接画素のうちの2つ以上の画素が肌色画素で、且つそれらに既にラベルが割り付けられており、しかもそれらが異なったラベルである場合には、肌領域候補検出回路4（図1）は、そのいずれかのラベルを画素 x_0 に割り当て、フレームメモリ5に記憶させるとともに、それらすべてのラベルが隣接していることを、その内蔵するメモリ（図示せず）のラベルテーブルに記憶するようになされている。

【0048】即ち、例えば図3（b）に示すように、肌色画素 x_0 の4つの隣接画素のうちの3つが肌色画素で、且つ既にラベルが割り付けられており、しかも、3つの肌色画素のうちの2つのラベルが、 t_m であるとともに、残りの1つのラベルが t_n である場合、肌領域候補検出回路4において、画素 x_0 には、ラベル t_m および t_n のうちの、例えばラベル t_m が割り当てられ、フレームメモリ5の画素 x_0 に対応する位置（アドレス）に登録されるとともに、例えば図3（c）に示すようなラベルテーブルに、ラベル t_m とラベル t_n が隣接していることが記憶される。

【0049】但し、隣接画素のいずれにもラベルが、まだ割り当てられていない場合には、肌領域候補検出器4によって新たなラベルが発生され、それが画素 x_0 に割

10

20

30

40

50

- り当てられるようになされている。

【0050】図3(c)のラベルテーブルにおいては、その左のコラムには、これまでに発生されたラベルが、その発生順に記述され、また、その右のコラムには、左コラムに記述されたラベルに対して隣接するラベルが記述される。さらに、右コラムには、左コラムのラベルよりも先に発生されたラベルが記述される。

【0051】従って、図3(c)のラベルテーブルに示すように、ラベル t_m はラベル t_n よりも先に発生されている場合、この2つのラベル t_m と t_n が割り当てられた画素が隣接しているときには、ラベル t_n に対応する右コラムに t_m が記述される。

【0052】但し、ラベル t_m に対応するコラムにラベル t_k が、既に書き込まれており(ラベル t_m の画素がそれより先に発生されたラベル t_k の画素と隣接しており)、ラベル t_m が割り当てられた画素と、それより後に発生されたラベル t_n が割り当てられた画素が隣接しているときには、図3(d)に示すように、ラベル t_k が、ラベル t_n に対応するコラムに書き込まれる。

【0053】その後、さらに肌領域候補検出器4では、フレームメモリ5に記憶されたラベルデータに対して再ラベリングが行われる。これは、図4(a)に示すように、上述した1回のラベリングでは、隣接しているのにも関わらず異なるラベルが割り当てられているような画素(画素からなる領域)が存在し得るからである。再ラベリングは、1回目のラベリングにおいて作成した、ラベルの隣接関係を保存したラベルテーブルに基づいて行われる。

【0054】即ち、肌領域候補検出器4において、ラベルテーブル(図3(c)または図3(d))が参照され、フレームメモリ5に記憶されたラベルのうち、隣接ラベルがラベルテーブルに記述されているラベルが、隣接ラベルに変換されることにより、隣接している肌色画素は、すべて同一のラベルが割り当て直され、フレームメモリ5に記憶し直される。

【0055】これにより、例えば図4(a)に示すように1回目のラベリングがなされた領域は、図4(b)に示すように再ラベリングされる。

【0056】再ラベリングによって同一のラベルが割り当てられた画素の集合は、1つの肌の領域候補とされ、そのラベルの集合(t_0, t_1, t_2, \dots)は、肌領域候補検出器4から肌領域検出器6に出力される。

【0057】なお、上述の場合、画素が肌色画素であれば、必ずラベル付けを行うようにしたが、画素が肌色画素であっても、その画素が、他の肌色画素と接する部分が少ないときには、それが、ある物体(人間も含む)の肌色の領域の端の部分であると考えられ、このような画素を肌色画素として残しておく、その画素を含む肌色の領域が、他の物体の肌色の領域に接続してしまい、本

来2つの領域とされるべきところが、1つの領域にされる恐れがある。

【0058】そこで、画素が肌色画素であった場合、例えば、その画素に隣接する周りの8つの画素(上、下、左、右、左上、左下、右上、右下の画素)のうち、所定の数以上の画素が肌色画素であったときのみ、その画素にラベル付けを行うようにすることができる。

【0059】肌領域検出器6は、例えば図5に示すように、ヒストグラム生成器21、ヒストグラム解析器22、肌領域判定器23、領域解析器24から構成され、肌領域候補検出器4によって検出された肌の領域の候補から、肌の領域を決定する。

【0060】即ち、まず領域解析器24において、フレームメモリ5が参照され、同一ラベルにより構成された肌の領域の各候補の大きさ、位置、及び穴の大きさが求められ、これらの閾値処理が行われることにより、あまり小さな領域や、画面上の隅に位置する領域、大きな穴を有する領域は、肌の領域の候補(以下、肌領域候補という)から削除される。

【0061】ここで、領域の大きさとはその領域を構成する画素の数とし、領域の位置は、その領域の重心座標によって表わすものとする。また、領域の穴を、ある肌領域候補における肌色画素で囲まれた、肌色でない画素(非肌色画素)の集合と定義し、その画素数を穴の大きさとする。

【0062】領域の大きさやその画面上の位置は、その領域の画像における重要度を表わすものと考えられる。これは、大きい領域や画面中央にある領域は一般的によく目立ち、画像の内容からもその重要性が高いと考えられるからである。一方、穴の大きさは領域の肌らしさを表わす1つの量と考えられる。なぜならば、通常、肌の領域は、肌色の画素で満たされており、従ってあまり大きな穴を有さないと考えられる。もちろん、例えば顔などは、穴としての目や唇など肌色でない部分も含むが、その大きさは顔全体の大きさに比べてそれほど大きなものではない。これに対し、肌でないものに対応する領域には大きな穴が含まれている可能性がある。以上から、領域の大きさ、重心座標、穴の大きさによる閾値処理は、領域の重要度と肌らしさによって肌領域候補を、いわば足切りする処理と考えることができる。

【0063】具体的には、領域解析器24において、閾値処理が次のようにして行われる。まず領域の大きさについては、その領域の肌色画素の画素数と、あらかじめ設定された所定の閾値 T_{h_size} とが比較され、肌色画素の画素数が、閾値 T_{h_size} より小さい場合、その領域は、肌領域候補から除外される。

【0064】ここで、閾値 T_{h_size} は、画面全体の画素数に対して、どの程度の大きさの領域を肌として検出するかを決めることにより設定される。

【0065】但し、全体的に暗い画像の場合、影などの

・ 影響により肌領域候補検出器4により肌領域候補とされる領域が小さくなる傾向がある。そこで、画面全体の輝度が低い場合には、閾値 T_{h_size} を、例えば画面の平均輝度の関数とし、小さめに設定するようにすることができる。

【0066】そして、重心座標については、例えば式

$$p_s = \exp \left(- \left((d_x / \sigma_x)^2 + (d_y / \sigma_y)^2 \right) \right) \cdots (7)$$

但し、 d_x 、 d_y は、それぞれ画面中心と領域の重心との距離（画素数）の水平方向成分、垂直方向成分である。また、 σ_x 、 σ_y は、それぞれ水平方向、垂直方向の、重要度 p_s に与える影響度を調節するパラメータで適当な値の固定値である。

【0068】重要度 p_s は、領域の重心が画面中心に近いほど大きな値をとり、逆に画面周辺になるほど小さな値となり、従って領域の位置に対する、いわばスコアと考えられる。

【0069】なお、パラメータ σ_x 、 σ_y は、上述のように適当な値に固定するようにする他、例えば、肌領域候補の形状に対応して適応的に変化させることができる。

【0070】即ち、肌領域候補の形状が、例えば図6(a)に示すように縦長の場合、この肌領域候補の、画面上での重要性に対しては、その水平方向のずれが大きく影響し、それに比較して垂直方向のずれはあまり影響しないと考えられる。そこで、この場合、垂直方向のパラメータ σ_y を大きい値に設定し、肌領域候補の垂直方向のずれにより、その重要度 p_s が大きく変化しないようにする。

【0071】また、例えば図6(b)に示すように、肌領域候補の形状が横長の場合、上述の場合と同様の理由から、水平方向のパラメータ σ_x を大きい値に設定するようにする。

【0072】さらに、式(7)の d_x 、 d_y 、 σ_x 、 σ_y の単位を画素数とすると、その演算にあたっては、入力画像が表示される画面の画素の縦横比を考慮する必要がある。これは、入力画像が表示される画面の画素の縦横比が1:1でないと、肌領域候補が、実際に画面に表示される位置と、画素数から算出された位置にずれが生じ、式(7)により得られた重要度 p_s に、画面上での肌領域候補の重要性が正しく反映されなくなるからである。

【0073】次に、穴の大きさについては、穴の大きさ（画素数）を肌領域候補の大きさ（画素数）によって除算した値が所定の閾値 T_{h_hole} （但し、 T_{h_hole} は0.0以上1.0以下のあらかじめ設定された適当な値）より大きい場合、その領域は、肌領域候補から除外される。

【0074】ここで、図7を参照して、領域の穴の大きさを求める方法を説明する。まず、肌領域候補に対して、図7(a)に示すように左右両側から水平方向に走査し、各ラインにおいて領域を構成する最も左の画素 PL_v と最も右の画素 PR_v を検出する。但し、添字の v は

(7)にしたがって領域の位置の重要度 p_s が算出され、この重要度 p_s が、所定の閾値 T_{h_pos} （但し、 T_{h_pos} は、あらかじめ設定された0.0以上1.0以下の適当な値）より小さい場合、その領域は、肌領域候補から除外される。

【0067】

ラインの番号を表わすものとする。

【0075】そして、ライン毎に PL_v と PR_v の間に存在する非肌色画素の数をカウントし、すべてのラインに対して得られた画素数の合計を N_h とする。

【0076】さらに、図7(b)に示すように垂直方向の走査を行い、上述の場合と同様にして、すべてのラインに対して得られた非肌色画素の数の合計 N_v を求める。そして、得られた N_h 、 N_v のうち、大きい方を穴の大きさとする。

【0077】なお、この方法では、厳密に穴と呼べるものの以外のもので大きさを検出することになる。例えば、図7(c)に示すような領域の場合、斜線を付した部分は、厳密な意味では穴ではないが、本方法では穴としてその大きさが計算される。しかしながら、感覚的にはこのような領域は穴とみなしても問題はないと考えられる。

【0078】また、上述の方法で、水平と垂直両方向の走査を行うのは、次の理由による。即ち、例えば図7(c)に示すような領域に対して、水平方向の走査のみを行なった場合、穴として検出されるのは図7(d)において斜線を付した部分となるが、これは感覚的な穴の大きさを正しく反映していない。

【0079】そこで、この場合、感覚的な穴の大きさを正しく反映している、垂直方向の走査によって得られる方（図7(c)）を用いるようにする。また、これとは逆に、水平方向の走査が有効な場合も考えられるため、上述したように、ここでは両者の結果の大きい方を用いるようにする。

【0080】以上のような、領域の大きさ、位置、及び穴の大きさの閾値処理によって残った肌領域候補のラベルの集合(t_0' 、 t_1' 、 t_2' 、...)は、領域解析器24からヒストグラム生成器21（図5）に出力される。

【0081】ヒストグラム生成器21では、領域解析器24からの各ラベルに対応する肌領域候補を構成する画素の位置（アドレス）がフレームメモリ5（図1）から検出され、その位置（アドレス）に基づいて、画素の輝度 L 、クロマ C がフレームメモリ2から読み出される。そして、これらのデータから、クロマ／輝度(C/L)が計算され、そのヒストグラムが各肌領域候補ごとに生成される。

【0082】ヒストグラム生成器21で生成された各肌領域候補の C/L のヒストグラムは、ヒストグラム解析

- 器22に入力され、そこでヒストグラムの特徴として、そのピークの位置、ピークの幅、及びピークの数が出される。

【0083】さらに、ヒストグラム解析器22において、肌領域候補のC/Lのヒストグラムのピークの位置、ピークの幅、またはピークの数に基づいて、その肌領域候補のいわば肌らしさの3つの指数、即ちピーク位置肌指数 $posIdx$ 、ピーク幅肌指数 $widIdx$ 、またはピーク数肌指数 $numIdx$ がそれぞれ次のようにして計算される。

【0084】(a) ピーク位置肌指数 $posIdx$ C/Lのヒストグラムのピークは、図8(a)に示すように、ピークが複数の位置に存在していることが考えられるので、これらの平均位置を計算し、それをピークの位置 $peakPos$ とすることとする。

【0085】即ち、位置 p_1, p_2, \dots, p_N においてN個のピークが得られ、それぞれの位置におけるヒストグラムの度数が f_1, f_2, \dots, f_N であったとすると、ピークの位置は次式により計算される。

$$peakPos = \sum (p_i \times f_i) / \sum f_i$$

但し、 \sum は $i=1$ 乃至 N のサメーションを意味する。

【0086】そして、このピーク位置 $peakPos$ が、例えば図8(b)に示す変換グラフにしたがって、ピーク位置肌指数 $posIdx$ に変換される。

【0087】即ち、肌におけるC/Lのヒストグラムのピークの位置は、経験的に大きな値をとらないことを利用し、ピーク位置肌指数 $posIdx$ は、ピーク位置 $peakPos$ が、所定の閾値 $Th_{peakpos}$ 以下である場合には、最大値としての1.0に設定され、閾値 $Th_{peakpos}$ より大きい場合には、ピーク位置 $peakPos$ と閾値 $Th_{peakpos}$ との差に応じて、小さい値に設定される。

$$peakNum = a_1 / (a_1 + a_2) \dots (8)$$

【0094】なお、図10(a)において、領域 A_1 はヒストグラム上で検出された隣どうしのピークを直線で結んで得られた折れ線とヒストグラムの包絡線で挟まれた部分(斜線部分)であり、また、領域 A_2 は、ヒストグラムの包絡線と横軸で挟まれた部分である。

【0095】従って、式(8)より得られるピークの数 $peakNum$ は、ヒストグラムのピークの数が多いと大きくなるが、各ピークの位置関係にも依存する。それぞれのピークが近い位置に存在している場合には小さい値となるが、互いに離れるほどその値は大きくなる。ピークが1つならば領域 A_1 は存在せず、ピークの数 $peakNum$ もゼロとなる。これらのことから、式(8)に定義したピークの数 $peakNum$ はピークの多峰性を表すものと考えられ、ピークの数と相関を持ち、しかもピークの数曖昧性をも含んでいる。

【0096】そして、このピークの数 $peakNum$ が、例えば図10(b)に示す変換グラフにしたがっ

【0088】(b) ピーク幅肌指数 $widIdx$

図9(a)に示すように、まず、ヒストグラムにおける最大度数 f_{max} が検出され、その $\alpha\%$ の値 $f_\alpha (= f_{max} \times \alpha / 100)$ が算出される。そして、ヒストグラムが左と右両方からそれぞれ走査され、度数が最初に f_α になる位置がそれぞれ p_L, p_R とされて、これらの値の差 ($p_R - p_L$) がピークの広がり(ピークの幅) $peakWid$ とされる。

【0089】そして、このピークの幅 $peakWid$ が、例えば図9(b)に示す変換グラフにしたがって、ピーク幅肌指数 $widIdx$ に変換される。

【0090】即ち、肌領域ではピークの広がりがあり大きくならないことから、ピーク幅肌指数 $widIdx$ は、ピークの幅 $peakWid$ の値が、所定の閾値 $Th_{peakwid}$ 以下の場合には、最大値としての1.0に設定され、閾値 $Th_{peakwid}$ より大きい場合には、ピークの幅 $peakWid$ と閾値 $Th_{peakwid}$ との差に応じて、小さい値に設定される。

【0091】(c) ピーク数肌指数 $numIdx$

ピーク数はヒストグラムの1つの特徴と考えられるが、それを正しく求めることは困難である。なぜならば、ヒストグラムに多数存在する極大値の中からどれをピークとして検出するかは、検出法によって異なり、閾値などのパラメータが違えば、容易にその数も変化してしまうからである。

【0092】そこで、本実施例においては、検出したピークの数でなく、次のようにして得られる値を、ヒストグラムのピークの数 $peakNum$ とすることとする。

【0093】即ち、例えば図10(a)に示すようなヒストグラムが与えられた場合、2つの領域 A_1, A_2 の面積 a_1, a_2 から、次式にしたがってピークの数 $peakNum$ が算出される。

て、ピーク数肌指数 $numIdx$ に変換される。

【0097】即ち、肌領域ではピークの数一つであることを利用し、ピーク数肌指数 $numIdx$ は、ピークの数 $peakNum$ が0の場合、1.0に設定され、以下ピークの数 $peakNum$ が大きくなるにしたがって小さい値に設定される。従って、ピーク数肌指数 $numIdx$ は、いわば1.0から多峰性を減算したものと考えられることができる。

【0098】以上のようにして算出されたピーク位置肌指数 $posIdx$ 、ピーク幅肌指数 $widIdx$ 、およびピーク数肌指数 $numIdx$ は、ヒストグラム解析器22から肌領域判定器23(図5)に送られる。肌領域判定器23では、各肌領域候補のピーク位置肌指数 $posIdx$ 、ピーク幅肌指数 $widIdx$ 、およびピーク数肌指数 $numIdx$ から、その肌領域候補の総合的な肌指数 $skinIdx$ が、次式にしたがって計算される。

$$skinIdx = A \times posIdx + B \times widIdx + C \times numIdx \quad \dots (9)$$

【0099】但し、A、B、Cは重み係数で、これらは実画像を学習データとして、式(10)の値、即ち、自

$$\sigma^2 = \Sigma (1.0 - skinIdx)^2 + \Sigma (0.0 - skinIdx)^2 \quad \dots (10)$$

なお、式(10)の右辺の第1項の Σ は、学習データとしての実画像における、実際の肌の領域から算出された肌指数 $skinIdx$ に関するサメーションを意味し、その第2項の Σ は、学習データとしての実画像における、実際の肌の領域以外の領域から算出された肌指数 $skinIdx$ に関するサメーションを意味する。よって、肌指数 $skinIdx$ は、その値が1.0に近いほど肌らしいことを示すことになる。

【0100】式(9)にしたがって肌指数 $skinIdx$ を算出後、さらに、肌領域判定器23は、各肌領域候補の肌指数 $skinIdx$ を閾値処理し、即ち肌指数 $skinIdx$ が所定の閾値より大きく、その肌領域候補が肌領域と見なすことができるか否かを判定する。そして、肌領域判定器23は、肌領域候補のうちの少なくとも1つが肌領域と見なすことができると判定した場合、即ち肌領域候補のうちの少なくとも1つを肌領域として決定した場合、コントロール信号 $cntl1$ を肌画像判定器7(図1)に出力する。

【0101】肌画像判定器7は、肌領域検出器6(肌領域判定器23)よりコントロール信号 $cntl1$ を受信すると、装置に入力された画像が、肌を含む肌画像であると判定し、判定結果としての0および1のうちの1を図示せぬ処理回路に出力する。

【0102】図示せぬ処理回路では、肌画像判定器7から、入力画像が肌画像であるという判定結果を受信すると、例えばその入力画像に対して、肌の領域の画質が最適になるように、入力画像の画質調整などがなされる。

【0103】以上のようにして、パラメータの異なる4種類の静止画像P1、P2、P3、P4が肌画像であるか否かを判定した実験(シミュレーション)結果を図11に示す。

【0104】なお、図中、正答率は、次式により算出したものである。

正答率 = 正答数 / 全画像数

但し、正答数とは、肌画像に対し、肌を含むという判定結果が得られた数と、肌画像以外の画像に対し、肌を含まないという判定結果が得られた数との和である。

【0105】図から、ほぼ完全に画像が肌画像であるか、あるいはそうでないかが識別されていることが判る。

【0106】なお、25枚のP2画像のうち、1枚に関しては、誤った判定がなされたが、これは黒人女性の顔画像であり、シミュレーションにおいては、黄色人種を対象として、図12に示すように閾値やその他係数など

乗誤差 σ^2 が最小となるように最小二乗法によって求められる。

の設定を行ったので、この画像を肌画像として識別できなかったのはやむを得ないといえる。

【0107】ところで、図1に示す装置を、静止画像に適用した場合には、図11で説明したように、有効な結果が得られるが、動画に適用した場合には、フレームあるいはフィールドごとに、その動画が肌画像か否かの判定がなされることになるので、動画の時間的連続性に対する問題が生じる。

【0108】即ち、例えば人物に対してズームインするシーンなどのように、肌領域の大きさが徐々に大きくなっていく場合、最初のうちは肌領域が小さいために肌画像とは判定されないが、肌領域がある大きさになった瞬間に、突然肌画像と判定される状況が生じる。このように、画像が連続して変化しているのにも関わらず、その途中で、突然判定結果が変化(逆転)してしまうのは、ある意味で動画に対する判定結果に、その時間的連続性が正しく反映されていないといえる。

【0109】そこで、図13は、本発明を適用した画像識別装置の第2実施例の構成を示すブロック図である。この装置は、肌領域候補検出器4で検出された肌領域候補の重要度を算出する肌領域重要度算出器31、または肌領域重要度算出器31から出力される重要度に基づいて、入力画像が肌画像かどうかの判定結果としての重要度を算出する肌画像重要度算出器32が、肌領域検出器6または肌画像判定器7に代えてそれぞれ設けられている他は、図1の画像識別装置と同様に構成されており、画像が肌画像であるかどうかの判定結果を、連続的な値をとる重要度 $Sidx$ として出力するようになされている。

【0110】このように構成される画像識別装置においては、動画のフレームあるいはフィールドごとのRGBデータが入力されると、座標変換器1、フレームメモリ2、肌色画素検出器3、肌領域候補検出器4、およびフレームメモリ5において、図1における場合と同様の処理が行われ、肌領域候補 t_0, t_1, \dots が、肌領域候補検出器4から肌領域重要度算出器31に出力される。

【0111】肌領域重要度算出器31は、例えば図14に示すようにヒストグラム生成器41、ヒストグラム解析器42、肌領域判定器43、重要度算出器44、および領域解析器45から構成され、肌領域候補検出器4によって検出された各肌領域候補 t の重要度 $imp[t]$ を計算する。

【0112】即ち、肌領域重要度算出器31では、まず

- 領域解析器45において、図5に示した肌領域検出器6の領域解析器24における処理と同様の処理が行われる。つまり、領域解析器45は、同一ラベルにより構成された各肌領域候補の大きさ、位置、及び穴の大きさを求め、閾値処理を行う。

【0113】但し、領域解析器45では、閾値処理は、穴の大きさによってのみ行われる。即ち、まず穴の大きさ（画素数）が肌領域候補の大きさ（画素数）によって除算され、その値が所定の閾値 T_{hole} より大きい領域が、肌領域候補から除外される。そして、その結果残った各肌領域候補のラベルの集合（ t_0' , t_1' , t_2' , \dots ）が、領域解析器45からヒストグラム生成器41に出力される。

【0114】さらに、領域解析器45においては、閾値処理の結果残った肌領域候補のラベル t_m をインデックスとする、領域の大きさおよび重心座標の記述された、例えば図15に示すようなテーブル（以下、パラメータテーブルという）が作成される。このパラメータテーブルは、重要度算出器44に出力され、そこで記憶される。

【0115】ヒストグラム生成器41、またはヒストグ

$$imp[t] = area[t] \times ps[t] \quad \dots (11)$$

但し、 $area[t]$ はラベル t の領域の大きさ（画素数）を示す。また、 $ps[t]$ は、ラベル t の肌領域の重心座標から、上述の式（7）にしたがって計算された値である。

【0118】重要度 $imp[t]$ は、 $area[t]$ または $ps[t]$ が大きいほど、即ち領域の大きさが大きく、画面上の領域の位置（重心の位置）が中央にあるほど、大きい値をとる。

【0119】各肌領域に対する重要度 $imp[t]$ は、

$$Sid x = \sum imp[t] / nL$$

但し、 $Sid x > 1.0$ のとき、
 $Sid x = 1.0$

ここで、 \sum は、肌領域として残った領域のラベルすべてに関するサマーションを意味する。また、 nL は単に正規化するための定数であり、従って、本質的に肌画像重要度 $Sid x$ の大きさを決定するのは、式（12）の右辺の分子、即ち各肌領域の重要度の和（ $\sum imp[t]$ ）である。

【0122】肌画像重要度 $Sid x$ は、重要度 $imp[t]$ の大きい肌領域が多く含まれる画像に対しては、その値が大きくなり、また、肌領域が全く含まれないような画像に対しては、その値がゼロとなる。この肌画像重要度 $Sid x$ は、入力された画像が肌画像であるかど

$$C_{new} = (1.0 - Sid x) \times (k - 1) + 1 \times C_{old}$$

その他の領域に対しては、

$$C_{new} = k \times C_{old}$$

但し、ここでは、肌色の領域とは、例えば肌色画素検出

ラム解析器42では、図5に示した肌領域検出器6のヒストグラム生成器21、またはヒストグラム解析器22とそれぞれ同様の処理が行われ、各肌領域候補のピーク位置肌指数 $posIdx$ 、ピーク幅肌指数 $widIdx$ 、およびピーク数肌指数 $numIdx$ が肌領域判定器43に出力される。

【0116】肌領域判定器43は、図5の肌領域判定器23における場合と同様にして、ヒストグラム解析器42からの各肌領域候補のピーク位置肌指数 $posIdx$ 、ピーク幅肌指数 $widIdx$ 、およびピーク数肌指数 $numIdx$ から、式（9）にしたがって各肌領域候補の総合的な肌指数 $skinIdx$ を算出し、閾値処理を施す。そして、その結果残った肌領域候補、即ち肌領域のラベル（ t_0'' , t_1'' , \dots ）が、肌領域判定器43から重要度算出器44に出力される。

【0117】重要度算出器44では、まず領域解析器45から送られてきたパラメータテーブル（図15）から、肌領域判定器43より出力されたラベルに対応する各領域の大きさと重心座標が読み出され、各領域 t の重要度 $imp[t]$ が次式にしたがって計算される。

肌領域重要度算出器31（重要度算出器44）から、肌画像重要度算出器32（図13）に出力される。

【0120】肌画像重要度算出器32では、肌領域重要度算出器31からの各肌領域に対する重要度 $imp[t]$ を順次加算し、入力画像の肌画像としての重要度（以下、肌画像重要度という） $Sid x$ を次式に従って算出する。

【0121】

$$\dots (12)$$

うかの識別結果として、図示せぬ処理回路に出力される。

【0123】図示せぬ処理回路では、肌画像重要度算出器32から、入力画像が肌画像であるかどうかという判定結果としての肌画像重要度 $Sid x$ が受信され、例えばその入力画像に対して、肌画像重要度 $Sid x$ に対応した画質調整がなされる。

【0124】即ち、例えば肌画像重要度 $Sid x$ に対応して、入力画像のクロマ C_{old} が、次式にしたがって新たなクロマ C_{new} に変換される。

【0125】肌色の領域に対しては、

器3で検出された肌色の画素からなる領域すべてを意味するものとする。また、 k は1以上の所定の定数。

$$\dots (13)$$

【0126】ここで、自然画像に現れる多くの物体については、その色のクロマが実際のものよりも高い方が好まれる傾向にある。この傾向は、例えば空の青や草木の緑などの、いわゆる3原色に関して特に顕著である。しかしながら、人の肌の色に関しては、この傾向はあてはまらず、そのクロマが、他の色のクロマに比較して相対的に低い方が好印象を与える傾向がある。

【0127】上式によれば、肌色以外のクロマは常に k (>1.0) 倍され、一方肌のクロマは、画像の肌画像重要度 $Sidx$ に対応した値にされるので、即ち肌画像重要度 $Sidx$ が大きい画像ほど、肌のクロマが増加しないようにされるので、好印象を与える画像を提供することができるようになる。

【0128】さらに、この装置を、例えば人物に対してズームインする動画像に適用した場合には、図16に示すような、連続的に変化する画像の肌画像重要度 $Sidx$ を得ることができるようになり、即ち動画像の時間的連続性を反映した判定結果を得ることができるようになり、この肌画像重要度 $Sidx$ を用い、式(13)にしたがって動画像のクロマを変換することにより、人物の肌の領域が徐々に増加するにつれ、その領域のクロマを、(背景のクロマに比べて相対的に)連続的に減少させることができるようになるので、画質の印象が突然変化するような画像処理を施すことを防止することができるようになる。

【0129】なお、本実施例では、画像のRGBデータを入力するようにしたが、例えばYUVデータや $L^*a^*b^*$ データなどを入力することができる。但し、この場合、座標変換器1の構成を、YUVデータや $L^*a^*b^*$ データをLHCデータに変換することができ

るように変更する必要がある。

【0130】さらに、本実施例においては、肌領域候補から肌領域を決定するにあたって、C/Lのヒストグラムを用いるようにしたが、輝度、色相、またはクロマのヒストグラムを用いるようにすることが考えられる。

【0131】しかしながら、90枚程度の画像を用いて、各画像の肌領域とそれ以外の領域のそれぞれについて輝度、色相、クロマのヒストグラムを作成したところ、肌領域とそれ以外の領域において、それぞれの輝度、色相、クロマのヒストグラムに顕著な差異はみられ

$$Sidx = \max_t (imp[t]) / nL$$

但し、 $Sidx > 1.0$ のとき、

$$Sidx = 1.0$$

【0138】しかしながら、例えば2人の人物がすれ違うようなシーンなどのように、複数の肌の領域が連結したり、また1つの肌の領域が2つに分離するような動画像においては、最大の重要度 $\max_t (imp[t])$ となる領域が突然変化し、これにより式(14)にしたがって算出された肌画像重要度 $Sidx$ も、その値が突

ず、従って輝度、色相、クロマのヒストグラムからは、肌領域とそれ以外の領域とを区別することが困難であるという実験結果が得られた。

【0132】一方、同様にして作成したC/Lのヒストグラムの例を図17に示す。図17(a)は、肌領域のものであり、図17(b)および図17(c)は、肌領域以外の領域のものである。

【0133】ある1つの肌領域において、分光反射率が一定であると仮定すると、そのC/Lヒストグラムは、(C1)1つのピークを有する

(C2)ピークの広がり(幅)はさほど大きくない

(C3)ピーク的位置は、輝度に依存せず、個人差により多少ばらつくが、肌としてとり得る範囲が存在するという性質を有すると考えることができる。

【0134】実験の結果、肌領域のC/Lのヒストグラムは、上述の性質(C1)乃至(C3)をほぼ満たすのに対し、肌領域以外の領域のC/Lのヒストグラムは、上述の性質(C1)乃至(C3)のうちの少なくとも1つを満たさなかったため、肌領域とそれ以外の領域とを区別するにあたっては、C/Lヒストグラムを用いるのが有効である。

【0135】また、本実施例では、肌色画素検出器3で肌色の画素として検出された画素からなる領域を、肌領域候補とするようにしたが、肌領域候補を求めるアルゴリズムはこれに限られるものではない。即ち、例えばより高度なアルゴリズムに基づいて、肌領域候補を求めるようにすることができる。この場合、画像が肌画像であるかどうかの識別精度を向上させることができることになるが、その反面、計算量や装置のコストが増加することになるので、これらをバランスさせて、肌領域候補を求めるアルゴリズムを決める必要がある。

【0136】さらに、本実施例においては、肌画像重要度 $Sidx$ を式(12)に示すように、各肌領域の重要度の和 $\sum imp[t]$ を用いて算出するようにしたが、これに限られるものではない。即ち、例えば次式に示すように、重要度 $imp[t]$ の最大値 $\max_t (imp[t])$ のみを用いて肌画像重要度 $Sidx$ を算出することができる。

【0137】

$$\dots (14)$$

然変化するときがある。

【0139】従って、式(14)を用いた場合、肌画像重要度 $Sidx$ が、いわば時間的に不連続になるときがあるので、肌画像重要度 $Sidx$ の算出には、式(12)を用いる方が好ましい。

【0140】また、本実施例では、肌画像重要度 $Sidx$

- xをそのまま、図示せぬ処理回路で用いるようにしたが、肌画像重要度 $Sidx$ に対し、例えば時間軸方向のスムージングなどの処理を施してから用いるようにしても良い。

【0141】さらに、本実施例においては、肌領域候補のC/Lのヒストグラムに基づいて求めたピーク位置肌指数 $posIdx$ 、ピーク幅肌指数 $widIdx$ 、およびピーク数肌指数 $numIdx$ を閾値処理だけに用いたが、これらの肌らしさの度合いを示す特徴量を肌画像重要度 $Sidx$ を算出するときに考慮するようにしても良い。

【0142】

【発明の効果】請求項1に記載の画像識別方式によれば、肌色の画素を抽出し、その各画素から、肌の領域の候補を検出する。そして、肌の領域の各候補から、肌の領域を決定し、その決定結果に基づいて、画像が、肌画像であるかどうかを判定する。従って、正確に肌の識別を行うことが可能となる。

【0143】請求項2に記載の画像識別方式によれば、決定手段に、肌の領域の各候補の重要度に基づいて、肌の領域の各候補の中から、肌の領域を決定させ、判定手段に、決定手段の決定結果に基づいて、画像が、肌画像であるか否かを判定させ、画像が、肌画像であるか否かの2値的な判定結果を出力させる。従って、本方式を、例えば静止画像に適用した場合、その静止画像における人物の肌の識別を正確に行うことができる。

【0144】請求項3に記載の画像識別方式によれば、決定手段に、肌の領域を決定させるとともに、その重要度を算出させる。そして、判定手段に、決定手段により算出された肌の領域の重要度に基づいて、画像が、肌画像であることの確からしさを算出させ、判定結果として出力させる。従って、本方式を動画像に適用した場合、時間とともに変化する動画像における人物の肌を、時間的連続性を損なうことなく識別することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した画像識別装置の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の実施例の肌色画素検出器3のより詳細な構成を示すブロック図である。

【図3】図1の実施例における肌領域候補検出器4のラベリング処理を説明する図である。

【図4】図1の実施例における肌領域候補検出器4の再ラベリング処理を説明する図である。

【図5】図1の実施例の肌領域検出器6のより詳細な構成を示すブロック図である。

【図6】領域の形状と、画面上での領域の重要性の関係について説明する図である。

【図7】領域の穴について説明する図である。

【図8】ピーク位置と、ピーク位置肌指数の関係を説明する図である。

【図9】ピーク幅と、ピーク幅肌指数の関係を説明する図である。

【図10】ピーク数と、ピーク数肌指数の関係を説明する図である。

【図11】図1の実施例による実験結果を示す図である。

【図12】図11の実験結果を得るにあたって用いた閾値および係数を示す図である。

【図13】本発明を適用した画像識別装置の第2実施例の構成を示すブロック図である。

【図14】図13の実施例の肌領域重要度算出器31のより詳細な構成を示すブロック図である。

【図15】パラメータテーブルを示す図である。

【図16】肌画像重要度算出器32より出力される、動画像の肌画像重要度 $Sidx$ を示す図である。

【図17】画像のクロマ／輝度のヒストグラムを示す図である。

【図18】従来の、色空間に基づく肌領域の抽出を説明する図である。

【符号の説明】

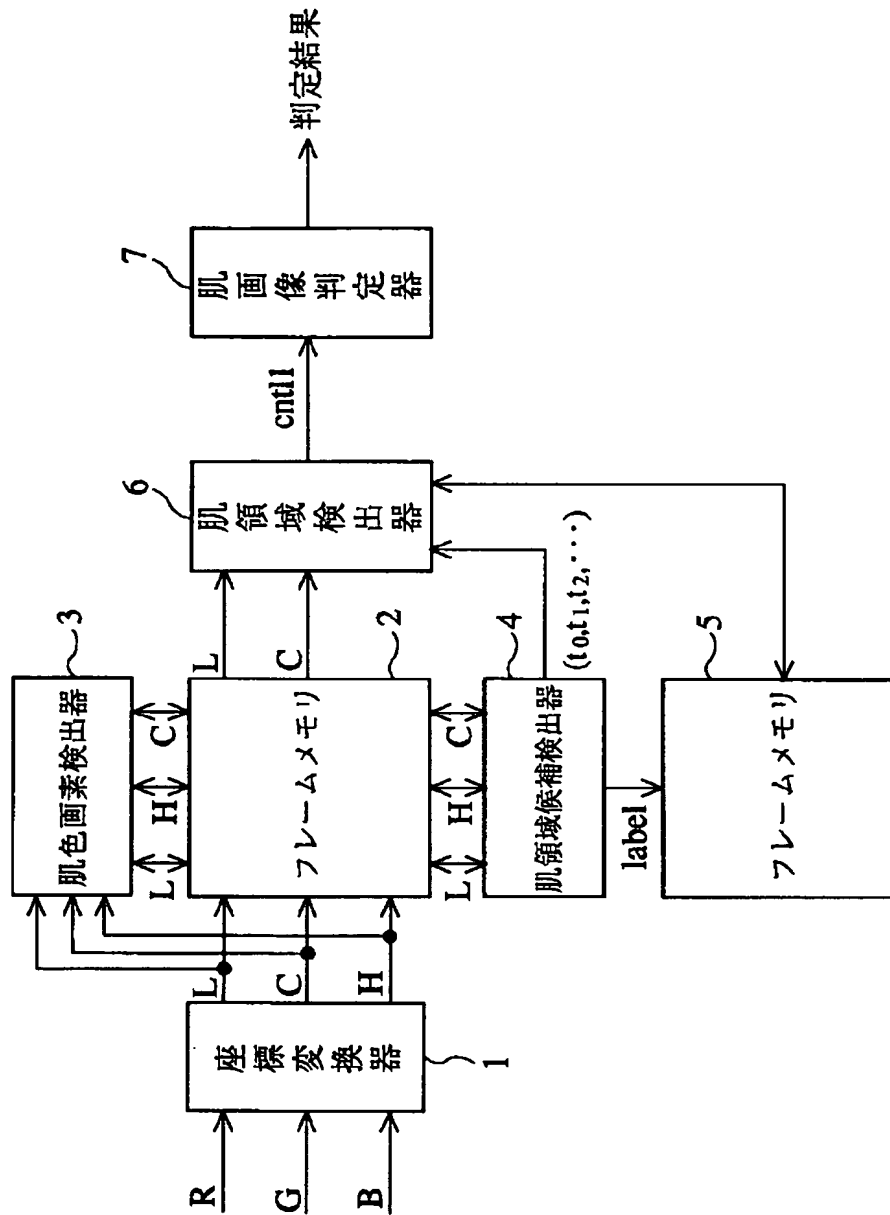
- 1 座標変換器
- 2 フレームメモリ
- 3 肌色画素検出器
- 4 肌領域候補検出器
- 5 フレームメモリ
- 6 肌領域検出器
- 7 肌画像判定器

【図11】

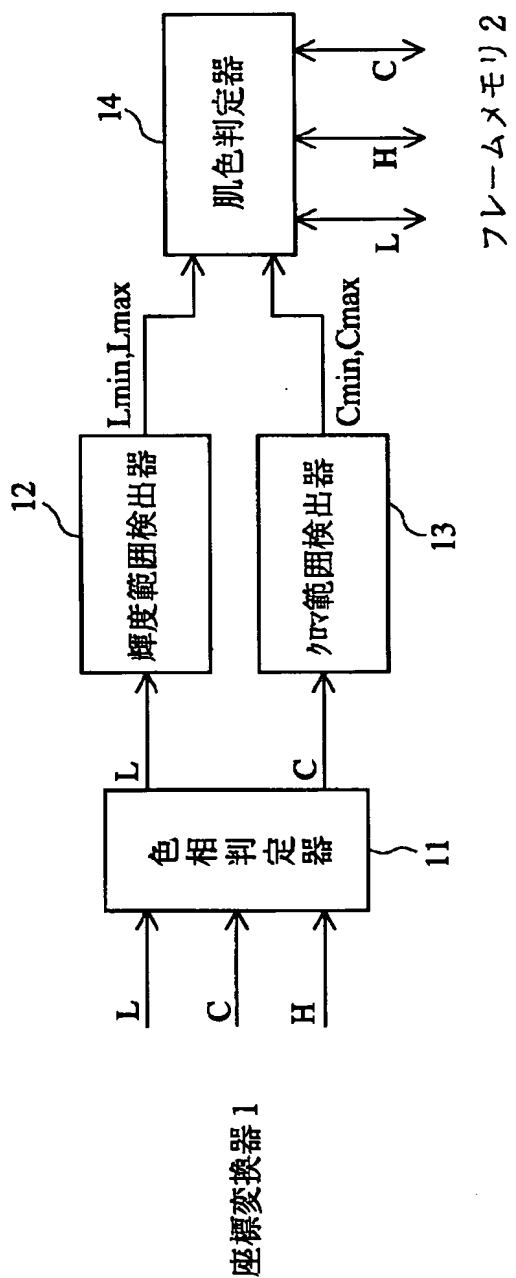
識別結果

画像の種類	画像数	肌画像数	正答率	99%
P1	86	14	100%	
P2	25	8	96%	
P3	5	5	100%	
P4	5	4	100%	

【図 1】

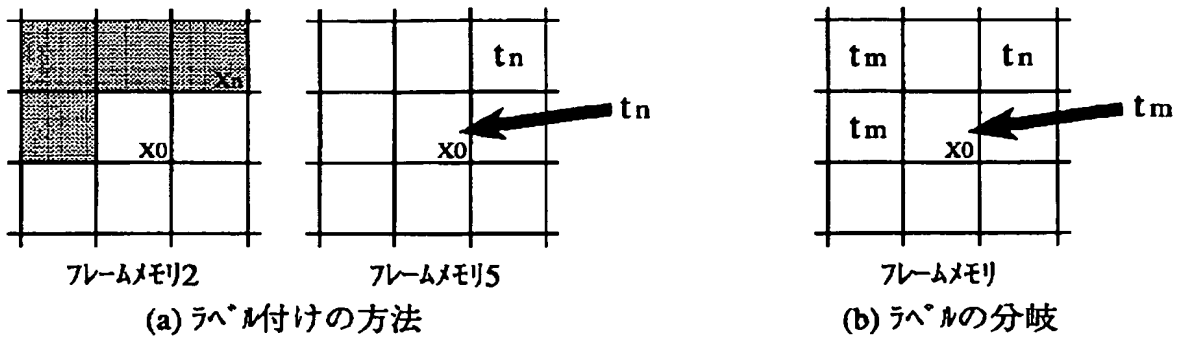


【図 2】



肌色画素検出器 3

【図3】



ラベル	隣接ラベル
⋮	
t_m	—
⋮	
t_n	t_m
⋮	

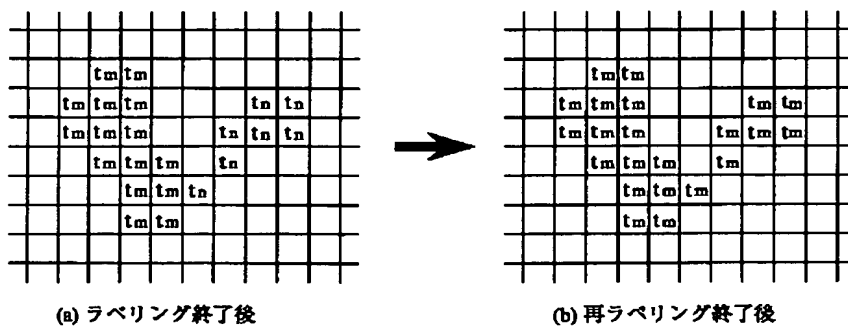
(c) ラベルの隣接関係を保存するテーブルの構成

ラベル	隣接ラベル
t_k	—
⋮	
t_m	t_k
⋮	
t_n	t_k

(c) 2つ以上のラベルが隣接する場合の例

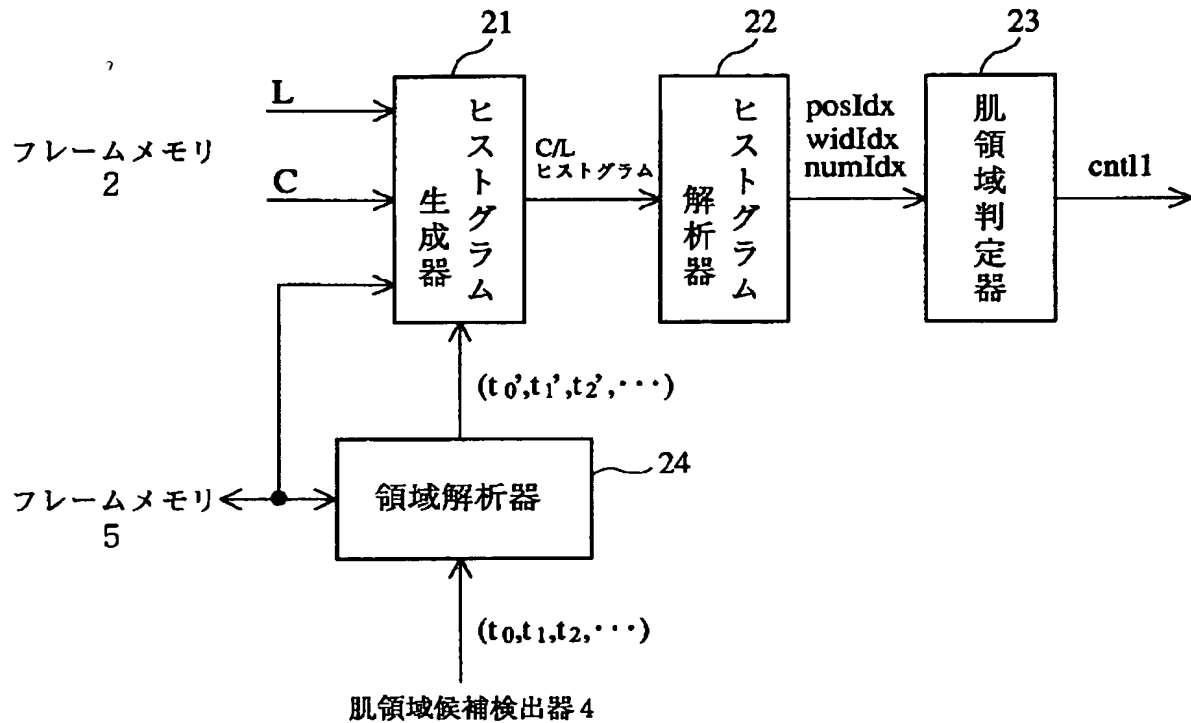
ラベリング処理

【図4】



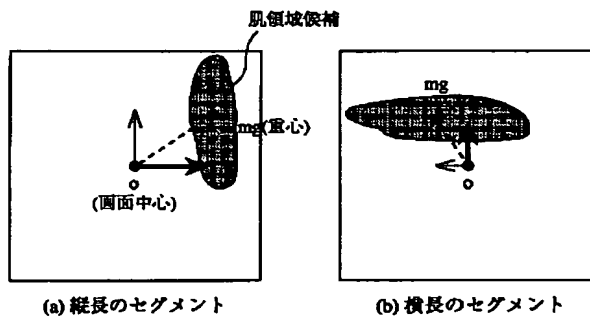
再ラベリング処理

【図5】

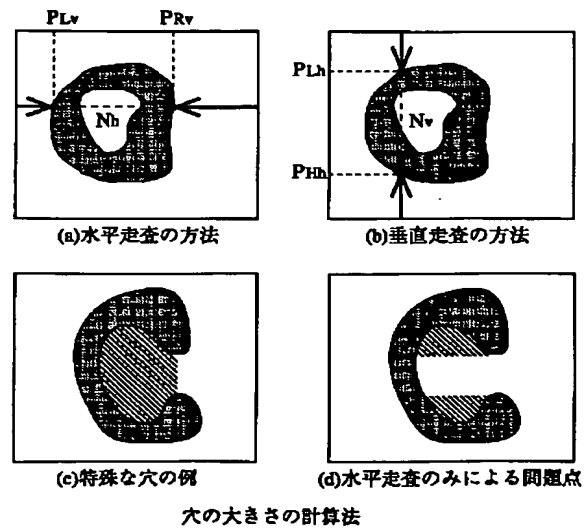


6 肌領域検出器

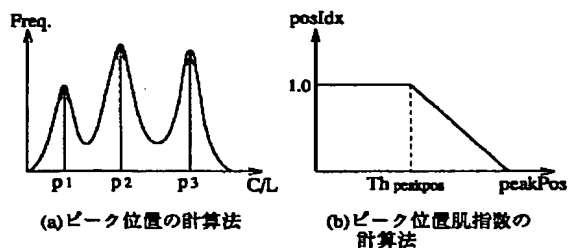
【図6】



【図7】

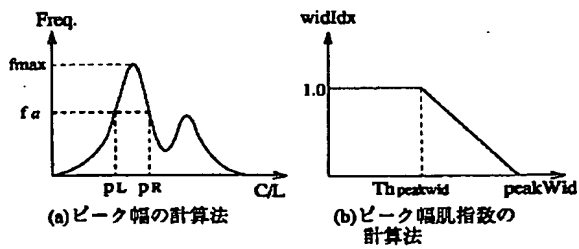


【図8】



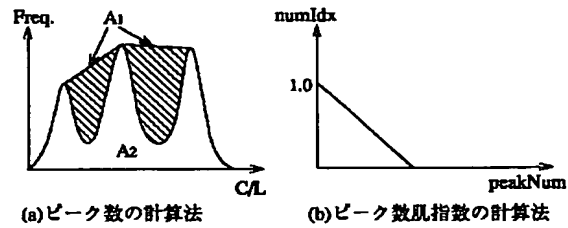
ピーク位置による肌らしさの求め方

【図9】



ピーク幅による肌らしさの求め方

【図10】



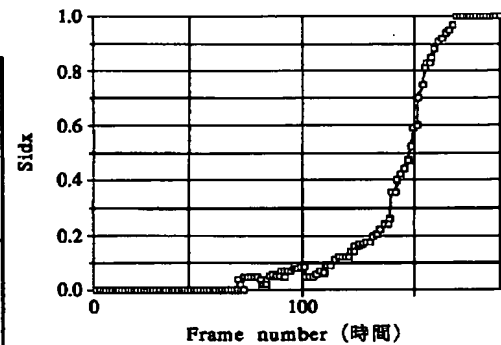
ピーク数による肌らしさの求め方

【図12】

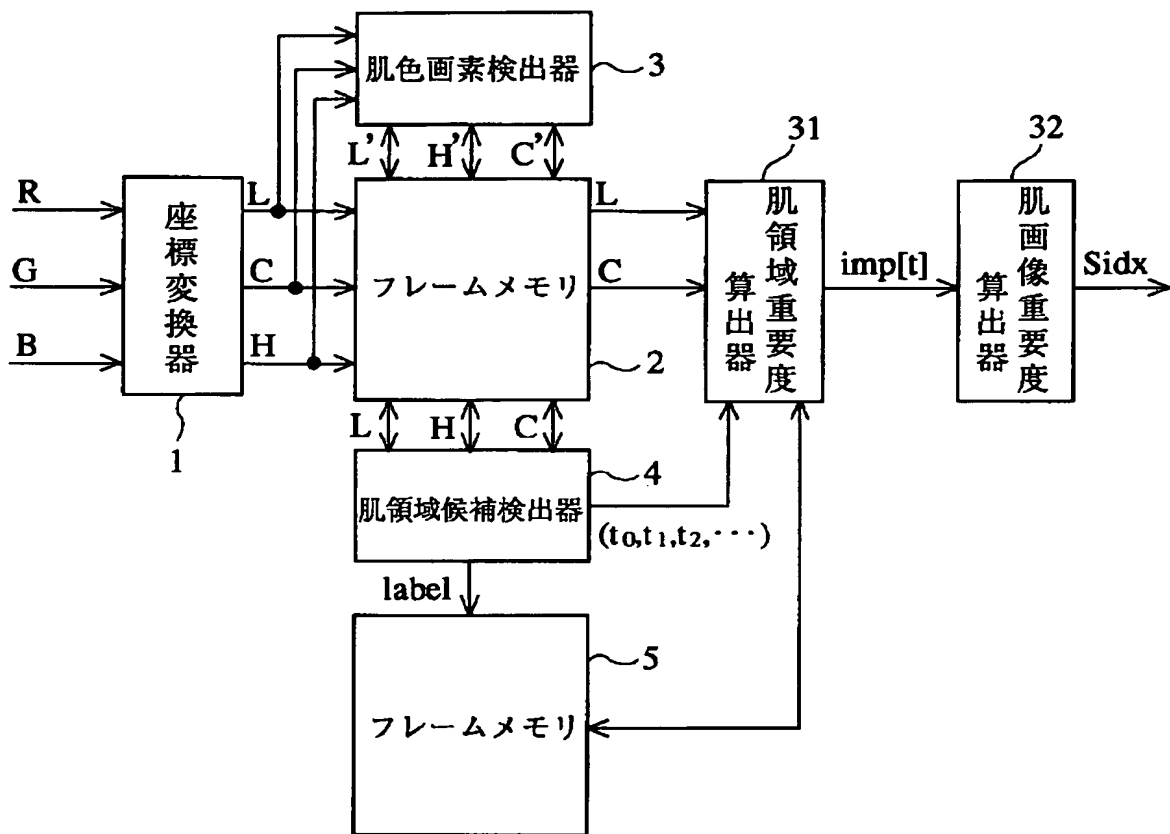
シュミレーションに用いたパラメータ

パラメータ	値	特記事項
色相範囲 Hmin Hmax cLmax	0.0 70.0 1.2	
輝度・クロマ の制限 p q r s	0.5 ∞ 1.0 1.5	輝度の上限はなし
肌色画素として必 要な近傍画素の数 N	8	
位置・形状 のしきい値 Th size Th hole Th pos	200 0.5 0.3	輝度に依存
位置スコアの ための分散 σx σy	0.25 0.25	形状に依存
C/Lヒストグラム のしきい値 Thpeakpos Thpeakwid	0.525 0.25	色相に依存
ピーク幅検出 のための係数 α	0.3	
最終判定の しきい値 Th total	0.7	
肌画像判定式 係数 A B C	-0.80 0.53 1.20	

【図16】



【図13】

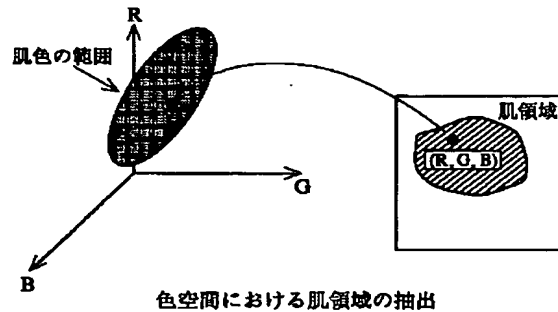


【図15】

ラベル	大きさ	重心座標
⋮	⋮	⋮
t_m	N_m	(i_m, j_m)
⋮	⋮	⋮

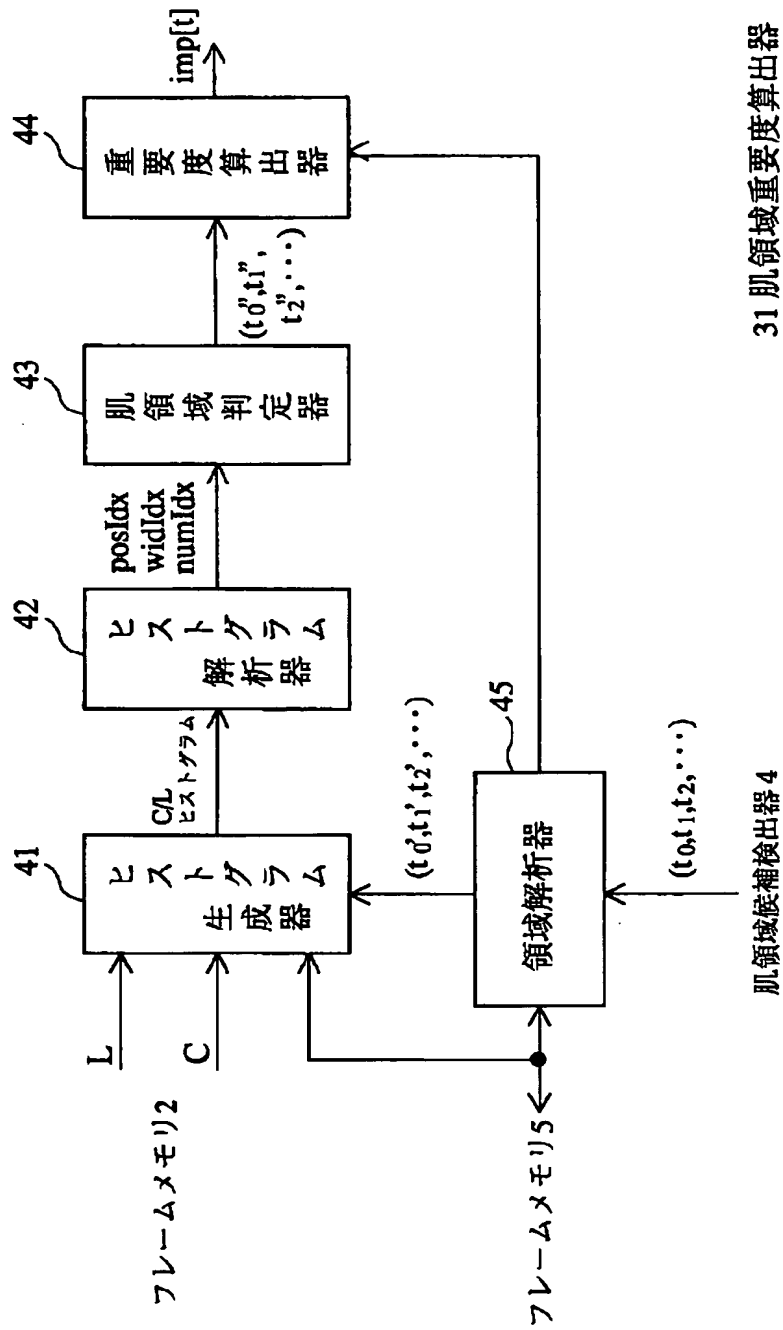
領域の重要度、及び重心座標の保存するテーブルの構成

【図18】



色空間における肌領域の抽出

【図 1 4】



肌領域重要度算出器の構成

【図17】

